

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002229337  
PUBLICATION DATE : 14-08-02

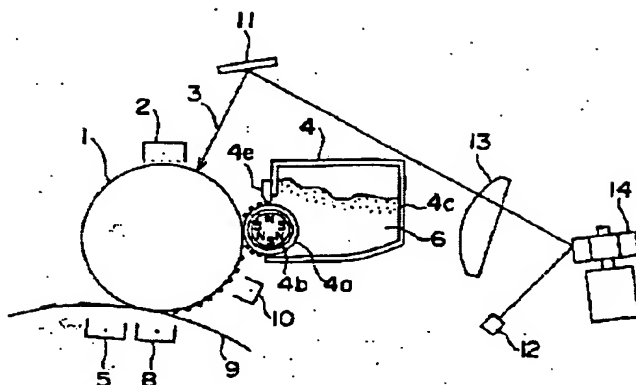
APPLICATION DATE : 05-02-01  
APPLICATION NUMBER : 2001028153

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : FUJIWARA MOTOHIRO;

INT.CL. : G03G 15/09 G03G 9/083 G03G 9/08  
G03G 15/08

TITLE : DEVELOPING DEVICE AND IMAGE  
FORMING DEVICE



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a developing device and an image forming device by which a toner coat on a toner carrier is uniform and an image having no unevenness, excellent density and fogging can be obtained while maintaining transfer of high efficiency and excellent developing property even to pulverizing.

**SOLUTION:** The developing device has a toner carrier 4a which is provided to face an image carrier 1, has a magnet 4b inside and carries toner stored in a toner storing section 4c on its surface and a toner coat forming means 4e which is provided to face a toner carrier 4a and regulates layer thickness of the toner carried on the toner carrier 4a. Further magnetic toner which contains at least toner particles containing a binding resin and a magnetic substance and inorganic fine particles and has average circularity between 0.970 and 0.995 and mode circularity of  $\geq 0.99$ , is used. Further the toner coat forming means 4e which forms a magnetic field for arranging the toner on the toner carrier 4a in a perpendicular direction to a surface of the toner carrier 4a against cohesive force of the toner on the toner carrier 4a, is used.

**COPYRIGHT:** (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-229337

(P2002-229337A)

(43)公開日 平成14年8月14日(2002.8.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 3 G 15/09		G 0 3 G 15/09	Z 2 H 0 0 5
9/083		9/08	3 7 4 2 H 0 3 1
9/08	3 7 4	15/08	5 0 4 B 2 H 0 7 7
15/08	5 0 4	9/08	1 0 1
	5 0 7	15/08	5 0 7 B
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-28153(P2001-28153)

(22)出願日 平成13年2月5日(2001.2.5)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 藤原 基裕

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 100085006

弁理士 世良 和信 (外2名)

Fターム(参考) 2H005 AA08 CA26 CB07 CB13 EA10

2H031 ACD8 AC31 BA03

2H077 AA37 AC16 AD06 AD13 AD24

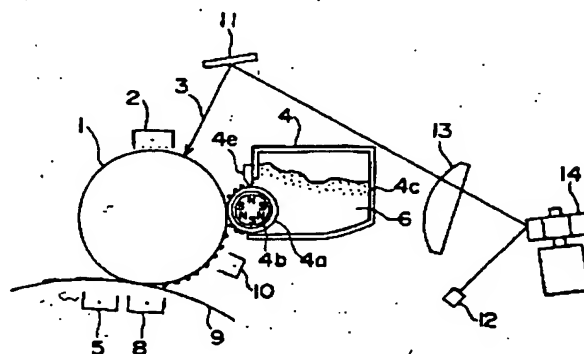
AE03 EA13 FA19 GA00

(54)【発明の名称】 現像装置及び画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 高効率転写、かつ微粒子化に対しても良好な現像性を維持しつつ、トナー担持体上のトナーコートが均一で画像にムラがなく、濃度やかぶりが良好な画像を得ることができる現像装置及び画像形成装置を提供する。

【解決手段】 像担持体1に対向して設けられ内部にマグネット4bを有しトナー収容部4cに収容されたトナーを表面に担持するトナー担持体4aと、トナー担持体4aに対向して設けられトナー担持体4a上に担持されたトナーの層厚を規制するトナーコート形成手段4eとを有し、少なくとも結着樹脂及び磁性体を含むトナー粒子と無機微粉体とを含み、平均円形度が0.970以上0.995以下であり、モード円形度が0.99以上である磁性トナーを用い、かつトナー担持体4a上でのトナーの凝集力に抗して、トナー担持体4a上にトナーをトナー担持体4a表面に対して垂直方向に配列させる磁界を形成するトナーコート形成手段4eを用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 潜像を担持する像担持体と、像担持体の潜像を現像する現像装置とを有する画像形成装置に用いられる現像装置であり、

トナーを収容する現像容器と、前記像担持体に対向して設けられ内部に磁界発生手段を有し現像容器に収容されたトナーを表面に担持するトナー担持体と、トナー担持体に対向して設けられトナー担持体上に担持されたトナーの層厚を規制するトナー層厚規制部材とを有し、磁界発生手段が発生する磁界により該トナー担持体上にトナーを担持し、トナー層厚規制部材により該トナー担持体上にトナー層を形成しながら、像担持体と対向する現像領域へとトナーを搬送し、該像担持体上の潜像をトナーにより現像し、可視像化する現像装置において、前記トナーは、少なくとも結着樹脂及び磁性体を含むトナー粒子と、無機微粉体とを含み、平均円形度が0.970以上0.995以下であり、モード円形度が0.99以上である磁性トナーであり、前記トナー層厚規制部材は、前記トナー担持体上でのトナーの凝集力に抗して、トナー担持体上にトナーをトナー担持体表面に対して垂直方向に配列させる磁界を形成する部材であることを特徴とする現像装置。

【請求項2】 前記トナー層厚規制部材は板状強磁性体で形成された部材であり、前記トナー担持体に対向する先端の厚みが0.1mm以上0.5mm以下であることを特徴とする請求項1記載の現像装置。

【請求項3】 前記トナー層厚規制部材は板状強磁性体で形成された部材であり、前記トナー担持体に対向する先端の厚みが基端の厚みよりも小さく形成されている部材であることを特徴とする請求項1又は2に記載の現像装置。

【請求項4】 前記トナー担持体は円筒状の回転体であり、前記トナー層厚規制部材は、トナー層厚規制部材の回転方向に向けてトナー担持体との対向距離が拡大する断面形状を含む部材であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の現像装置。

【請求項5】 前記画像形成装置は像担持体上のトナー像を記録媒体に転写する転写手段を有し、前記現像装置はトナー像を記録媒体に上に転写した後の像担持体に残留したトナーを回収するクリーニング手段を兼ねていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の現像装置。

【請求項6】 前記トナーは、重合法により製造されたトナーであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の現像装置。

【請求項7】 前記無機微粉体は、疎水化処理されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の現像装置。

【請求項8】 潜像を担持する像担持体と、請求項1乃至7のいずれか一項に記載の現像装置とを有することを

特徴とする画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子写真法、静電記録法、静電印刷法を利用した記録方法に用いられる現像装置及び画像形成装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電子写真法としては米国特許第2,297,691号明細書、特公昭42-23910号公報及び特公昭43-24748号公報に記載されている如く多数の方法が知られている。一般には光導電性物質を利用し、種々の手段により像担持体上に静電荷像を形成し、次いで該静電荷像をトナーを用いて現像し、必要に応じて紙の如き転写材（記録媒体）にトナー画像を転写した後、加熱、圧力、加熱加圧又は溶剤蒸気により転写材に定着し、トナー画像を得るものである。

【0003】このような画像形成装置の一例を図11に示す。図11に示す装置においては、帯電装置、画像露光装置等（いずれも図示せず）により、像担持体1表面に静電潜像が形成されるが、この静電潜像は矢印Kの方向に回転する像担持体1によって、現像装置4のトナー担持体4aと対向する位置に運ばれる。

【0004】該トナー担持体4aは金属等の導電性の材料で構成した円筒状の部材であり、内部に配設した磁界発生手段たるマグネット4bによりトナー収容部4c内のトナー7を保持し、矢印Lの方向に回転して上記像担持体1上の静電潜像近傍までトナー7を搬送する。

【0005】このトナー7は磁性トナーであり、トナー担持体4aに担持されて搬送される時に、強磁性体で構成したトナーコート形成手段4dとマグネット4bとの間に形成される磁場によって拘束され、トナー担持体4a表面に所定の厚さにコートされると共に、このトナーのコート形成プロセスにおいて、トナーは摩擦帯電により所定の極性の電荷を付与される。

【0006】そして、トナー担持体4a表面にコートされたトナー7は、像担持体1表面に形成された静電潜像とトナー担持体4aとの間に形成される電界に応じて像担持体1表面に転移し、静電潜像に付着してトナー像となり、静電的な転写方式の転写手段8により記録媒体である転写材9上に転写される。

【0007】以上のような構成の画像形成装置においては、ハーフトーン画像の濃度の均一性を向上するためには、トナー担持体4a表面に薄層でかつ均一なトナーコートを安定して形成することが必要である。

【0008】上記静電荷像現像用トナーの製造方法では、転写材に定着させるための結着樹脂、トナーとしての色味を出させる各種着色剤、粒子に電荷を付与させるための荷電制御剤を原料とし、又は特開昭54-42141号公報及び特開昭55-18656号公報に示されるような所謂一成分現像法においては、これらに加えて

トナー自身に搬送性等を付与するための各種磁性材料が用いられ、更に必要に応じて、例えば、離型剤及び流動性付与剤等の他の添加剤を加えて乾式混合し、しかる後、ロールミル、エクストルーダー等の汎用混練装置にて熔融混練し、冷却固化した後、混練物をジェット気流式粉碎機、機械衝突式粉碎機等の各種粉碎装置により微細化し、得られた粗粉碎物を各種風力分級機に導入して分級を行うことにより、トナーとして必要な粒径に揃えられた分級品を得、更に必要に応じて流動化剤や滑剤等を外添し乾式混合して、画像形成に供するトナーとしている。

【0009】しかし、いわゆる粉砕法と呼ばれるトナーの上記製造方法では、得られるトナーが不定形で角張ったものとなりやすく、また、シャープな粒度分布が得られにくく、トナーの転写効率の向上や帯電特性の均等化などを達成することが難しいという問題点がある。

【0010】像担持体上よりトナー像を転写材に転写する際の転写効率を向上させることで廃トナーの発生を抑制するためには、トナーが、特定の粒度分布と円形度を有する事が重要である。

【0011】上記を達成するために好ましいトナー製造方法として以下のような重合による製造方法が提案されている。その製造方法とはいわゆる懸濁重合法と呼ばれる方法であり、一般に、重合性単量体中に磁性体、離型剤、可塑剤、荷電制御剤、架橋剤、場合によって、着色剤等、トナーとして必要な成分及びその他の添加剤、例えば重合反応で生成する重合体の粘度を低下させるために入れる有機溶媒、高分子重合体分散剤等を適宜加えて、ホモジナイザー、ボールミル、コロイドミル、超音波分散機等の分散機によって均一に溶解、又は分散して単量体系を得、それを分散安定剤を含有する水系媒体中に懸濁させて重合する製造方法である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記重合法によるトナーは、高効率転写、かつ微粒子化に対しても良好な現像性等に優れているが、粉砕法によるトナーと比べて円形度が高いゆえに、前述したトナーコート形成手段4dでトナー担持体上のトナーを規制する際に規制部位でトナーが密に詰まってしまう傾向があり、層厚の規制が良好に行われずにトナー担持体上のトナーコートが不均一となり、トナー担持体上のトナーの帯電量やトナー量が不均一かつ異常となり易く、画像にムラが生じたり、濃度薄やかぶりの問題が生じやすかった。

【0013】本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、高効率転写、かつ微粒子化に対しても良好な現像性を維持しつつ、トナー担持体上のトナーコートが均一で画像にムラがなく、濃度やかぶりが良好な画像を得ることができる現像装置及び画像形成装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、潜像を担持する像担持体と、像担持体の潜像を現像する現像装置とを有する画像形成装置に用いられる現像装置であり、トナーを収容する現像容器と、前記像担持体に対向して設けられ内部に磁界発生手段を有し現像容器に収容されたトナーを表面に担持するトナー担持体と、トナー担持体に対向して設けられトナー担持体上に担持されたトナーの層厚を規制するトナー層厚規制部材とを有し、磁界発生手段が発生する磁界により該トナー担持体上にトナーを担持し、トナー層厚規制部材により該トナー担持体上にトナー層を形成しながら、像担持体と対向する現像領域へとトナーを搬送し、該像担持体上の潜像をトナーにより現像し、可視像化する現像装置において、前記トナーは、少なくとも結着樹脂及び磁性体を含有するトナー粒子と、無機微粉体とを含み、平均円形度が0.970以上0.995以下であり、モード円形度が0.99以上である磁性トナーであり、前記トナー層厚規制部材は、トナー担持体上でのトナーの凝集力に抗して、トナー担持体上にトナーをトナー担持体表面に対して垂直方向に配列させる磁界を形成する部材であることを特徴とする現像装置を提供する。

【0015】また本発明では、トナー層厚規制部材は板状強磁性体で形成された部材であり、前記トナー担持体に対向する先端の厚みが0.1mm以上0.5mm以下であることが、トナー担持体上において均一かつ良好なトナー層を形成する上で好ましい。

【0016】また本発明では、トナー層厚規制部材は板状強磁性体で形成された部材であり、トナー担持体に対向する先端の厚みが基端の厚みよりも小さく形成されている部材であることが、トナー担持体上において均一かつ良好なトナー層を形成し、かつトナー層厚規制部材及びその取り付け強度を十分に確保する上で好ましい。

【0017】また本発明では、トナー担持体は円筒状の回転体であり、トナー層厚規制部材は、トナー層厚規制部材の回転方向に向けてトナー担持体との対向距離が拡大する断面形状を含む部材であることが、トナー担持体上に均一かつ良好なトナー層を形成する上でより好ましい。

【0018】また本発明では、画像形成装置は像担持体上のトナー像を記録媒体に転写する転写手段を有し、現像装置はトナー像を記録媒体上に転写した後の像担持体に残留したトナーを回収するクリーニング手段を兼ねていることが、転写残トナーの再利用の観点から好ましい。

【0019】また本発明では、トナーは重合法により製造されたトナーであることが前述した平均円形度やモード円形度を達成する上で好ましく、無機微粉体は疎水化処理されていることが、環境変動に伴うトナーの帯電性変動を抑制する上で好ましい。

【0020】また本発明では、潜像を担持する像担持体

と、上記現像装置とを有する画像形成装置を提供する。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明の一実施形態に係る画像形成装置の要部断面図である。

【0022】1は静電潜像を担持する像担持体、2は像担持体1の表面を帯電させる1次帯電器、3は像担持体1を照射して該像担持体1に静電潜像を形成するレーザビーム、4はトナー担持体4aと像担持体1との間に電圧を印加して、静電潜像を現像して、像担持体1にトナー像を形成する現像装置、10は像担持体1に形成されたトナー像の帯電量を均一にする転写前帯電器、8は像担持体1に形成されたトナー像を転写材9に転写させる転写帯電器、5は転写材9を像担持体1から分離させる分離帯電器、12は画像信号により変調されたレーザビーム3を照射する半導体レーザで、このレーザビーム3は回転多面鏡14により反射されて結像レンズ13を介して像担持体1をラスタ走査する。11は反射鏡である。

【0023】像担持体1は、光導電性物質を利用した像担持体であり、円筒状の回転自在な導電性支持体上に感光層が形成されたものである。本発明で用いられる像担持体1は、潜像を担持することのできるものであれば特に限定されず、従来より知られている種々の像担持体を利用することができる。

【0024】一次帯電器2は、像担持体1を帯電させるための帯電手段である。本実施の形態では放電を利用するコロナ放電器を用いているが、接触帯電方式の帯電手段など、従来より知られている種々の帯電手段を用いることができる。

【0025】レーザビーム3は、帯電した像担持体1に静電潜像を形成すべく露光に用いられる光である。本実施の形態では、半導体レーザ12、回転多面鏡14、結像レンズ13、及び反射鏡11を用いて、現像すべき潜像に応じた画像信号に変調されたレーザビームを照射することにより静電潜像を形成する構成としているが、本発明では像担持体1に潜像を形成することのできる構成であれば特に限定されず、従来より知られている種々の構成（露光装置）を用いることができる。

【0026】現像装置4は、像担持体1の潜像をトナーで現像するための構成である。本実施の形態では、現像装置4は転写後の像担持体1に残留する転写残トナーを、像担持体1からトナー担持体4aを介してトナー収容部4cへ回収する現像兼クリーニング手段を用いている。現像装置4については、後に詳しく説明する。

【0027】転写前帯電器10は、転写材9に転写されるトナー像を構成するトナーの電位を整えるための帯電手段である。転写前帯電器10は必要に応じて設けられ、本実施の形態のように、本発明ではコロナ放電を利用する放電帯電方式の帯電手段が好適に用いられる。

【0028】転写帯電器8は、転写材9を像担持体1に接触させた状態で転写材9の背面から電圧を印加して、像担持体1上のトナー像を転写材9に転写させる転写手段である。本実施の形態では放電帯電方式の帯電手段を用いているが、本発明ではこのような電圧の印加による転写を行うことが好ましく、像担持体1に向けて付勢される帯電ローラを有するローラ式の転写手段等、従来より知られている種々の転写手段を用いることができる。

【0029】分離帯電器5は、転写時に電圧が印加され、電気的に像担持体1に引き寄せられる転写材9を像担持体1から離間させるための帯電手段であり、必要に応じて設けられる。

【0030】上記の装置において、像担持体に帯電・光像露光・現像の作像プロセスを適用して像形成し、その形成後を転写材に転写し、転写後を定着して画像形成物を得る。また、転写材に転写されずに像担持体1に残ったトナーは、一次帯電器2によって像担持体1と同じ極性の電荷に帯電され、現像装置4に回収され、再び現像に寄与する。

【0031】次に本実施の形態における現像装置4について詳述する。現像装置4は、トナー担持体であるトナー担持体4aと、磁界発生手段であるマグネット4bと、現像容器であるトナー収容部4cと、トナー層厚規制部材であるトナーコート形成手段4eとを有している。

【0032】トナー担持体4aは、金属等の導電性の材料で構成した円筒状の部材であり、内部にはマグネット4bを有している。本発明においては、トナー担持体4aは、導電性を有し、かつトナーを表面に担持できるものであれば特に限定されない。トナー担持体4aは、アルミニウムやステンレス等の非磁性導電性材料で形成されていることが好ましいが、金属粉及び金属酸化物粒子などの導電性粒子が内部に分散された樹脂体などによって構成されていても良い。

【0033】マグネット4bは、複数の磁極を有し、トナー担持体4a周辺に所望の磁界を形成する手段である。マグネット4bには、永久磁石などのように所定の磁界を発生しつづける手段が好適に用いることができるが、電磁石などのように所望の磁界を発生することのできる手段であっても良い。

【0034】トナー収容部4cは、トナーを収容すると共に、トナー担持体4a及びトナーコート形成手段4eを所定の位置に保持している。なお、収容されるトナーは、結着樹脂及び磁性体を含有するトナー粒子と、無機微粉体とを含み、平均円形度が0.970以上0.995以下であり、モード円形度が0.99以下である磁性トナーである。本発明で用いられるトナーについては後に詳述する。

【0035】トナーコート形成手段4eは、トナー担持体4aの長手方向に沿ってトナー担持体4aに対向して

設けられ、鉄等の強磁性体で形成された部材である。本実施の形態におけるトナーコート形成手段4 eは、トナー担持体4 aに対向する先端の厚さが基端の厚さよりも小さく形成されており、かつトナー担持体4 aの回転方向に向けてトナー担持体4 aとの対向距離が拡大する断面形状に形成されている。そして、トナーコート形成手段4 eの先端は、トナー担持体4 aの周面に対して略水平となるように形成された平ら部が形成されており、トナーコート形成手段4 eの先端の厚さは、0.1 mm以上0.5 mm以下の厚さとされている。

【0036】なお、トナーコート形成手段4 eは、その断面図においてトナー担持体4 aの法線に沿って配置され、トナー担持体4 aの回転方向における後方側の先端がトナー担持体4 aの回転中心の直上にあり、前記平ら部がマグネット4 bの形成する磁界の一つに包まれるように配置されている。

【0037】現像装置4では、トナー担持体4 aによりトナー収容部4 c内のトナー6を保持し、上記像担持体1上の静電潜像近傍までトナー6を搬送する。トナー担持体4 aに担持されて搬送される時に、マグネット4 bと強磁性体で構成したトナーコート形成手段4 dとの間に形成される磁場によって拘束され、トナー担持体4 a表面に所定の厚さにコートされると共に、このトナーのコート形成プロセスにおいて、トナーは摩擦帯電により所定の極性の電荷を付与される。

【0038】そして、トナー担持体4 a表面にコートされたトナー6は、像担持体1表面に形成された静電潜像とトナー担持体4 aとの間に形成される電界に応じて像担持体1表面に転移し静電潜像が現像される。

【0039】ここで、本実施の形態におけるトナー担持体4 a上のトナーの配列と、その配列プロセスについてより詳しく説明する。まずトナー収容部4 cに収容されているトナーがマグネット4 bが発生する磁界の影響によって、トナー担持体4 a上に引きつけられる。トナー担持体4 aはトナーを担持したまま回転し、担持体上のトナーはトナーコート形成手段4 eにより、担持体上での層厚が規制される。

【0040】ところで、本実施の形態のように円形度の高いトナーを用いると、円形度の低いトナーに比べてより良質な画像を形成できる反面、トナーの円形度が高いゆえにトナーが密に詰まりやすい。特に上記のトナーコート形成時のように、トナーを詰める力が働く場合には顕著である。

【0041】トナーは密に詰まると、トナー同士が近接し合うことで凝集しやすくなる。本実施の形態で用いられるようなトナーは、通常時の凝集度は小さいが、トナーコート形成時には凝集度が高くなり、トナー担持体4 a上のトナーコートが不均一となりやすい。そして、トナーコートが不均一となると、摩擦帯電が不均一となり、トナーの帯電量が不均一となりやすい傾向にあり、

このような傾向は、トナーに外添剤が埋め込まれやすい高耐久時や高温高湿環境で特に顕著であった。

【0042】そして、本実施の形態のように、現像装置4によって転写残トナーを回収し再利用する系、いわゆるクリーナレス系においては、転写工程を経ることで、外添剤が埋め込まれたり、劣化したりしたトナーが現像装置4に存在するため、より一層トナー帯電量が不均一となりやすい。

【0043】ここで、本実施の形態におけるマグネット4 bとトナーコート形成手段4 eとで形成される磁場、及び、その磁場によるトナーの拘束力について詳しく述べる。図2にマグネット4 bが形成する周方向磁束密度分布（垂直成分 $B_r$ ）を示す。

【0044】図2に示す磁場はマグネットのみのものである。これにトナーコート形成手段4 eを対向させた時のトナーコート形成手段4 e近傍の磁界を図3に示す。図3に示されるように、磁界はトナーコート形成手段4 e角部kに集中し、平ら部1にはほとんど磁界は存在しない。平ら部1の存在は、ない時と比べて、角部kへの磁界集中を弱めているが、そのため、本発明で用いられるトナー6のようにトナー規制部位で密に詰まり、凝集しやすい場合には、トナー担持体4 aの周面に対向する平ら部1の長短でトナーコートが不均一となりやすい。

【0045】さらに詳しく説明するため、図4及び図5に、トナーコート形成手段として従来例である平板ブレード（すなわち前記平ら部の長い構成のトナーコート形成手段）と、本実施の形態に用いられるナイフエッジブレードとでの、トナー規制部位でのトナーの穂立ちの様子を示し、比較を行う。

【0046】図4は従来例である平板ブレードを用いた時、図5は本実施形態であるナイフエッジブレードを用いた時である。図4に示されるように従来例である平板ブレードだと、角部への磁界が弱まってしまうため、トナーを穂立ちさせる力が弱く、トナーとトナー担持体4 a、あるいはトナー同士の凝集力より弱くなるため、トナーコート形成がうまく行われなことがある。

【0047】それに対して本実施の形態であるナイフエッジブレードのトナーコート形成手段4 eを用いた場合では、図5に示すように、トナーコート形成手段の先端に磁界が集中することから、トナーを穂立ちされる力がより強く作用し、トナー担持体4 a上にトナーが垂直方向へ均一に配列する。

【0048】トナーコート形成手段4 eを先端が鋭くカットされた形状とすることにより、従来技術の平板のトナーコート形成手段を使用した場合に比べ、トナーコート形成手段4 eとトナー担持体4 aとの間に形成される磁界が幅の狭い領域に集中するので、トナーの規制力は強まる。このため本実施形態の構成においては、上述のようなトナー6を用いた場合でも、トナー規制部位においてトナー6に対して強い規制を行うことが可能とな

り、トナーコートが均一となる

【0049】つまり、最も重要なことは、本実施例で用いられているトナーのように、円形度が高いゆえに、トナーコート形成時に密に詰まることで凝集しがちなトナーである場合には、

(トナーを穂立ちさせる力) $>$ (トナー6とトナー担持体4bの凝集力、トナー同士の凝集力)

が成り立つように、トナーコート形成手段をナイフエッジ化させることである。そうすることで、トナー担持体4a上でのトナーコートが正常となる。

【0050】ここで、モデル実験した例を示す。トナーを穂立ちさせる力 $F_1$ は、以下の式で表される。

【数1】 $F_1 = \alpha \eta B_1$

( $\alpha$ は定数、 $\eta$ はトナーコート形成手段によって決まる定数、 $B_1$ はマグネット4bの磁束密度である。)

【0051】また、トナーの凝集力 $F_2$ は、以下の式で表される。

【数2】 $F_2 = \alpha B_2$

( $B_2$ はトナーが磁気的な再配列現象(穂立ち)を起こさない限界の磁束密度である。)

【0052】 $B_2$ は、トナーに固有の数値であり、磁界の影響によって穂立ちするときの磁束密度で表される。本発明では、トナーの大きさと比較して無限に大きい平板の電磁石(今回は $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ )を1枚用意し、その対向部に強磁性体である鉄の平板を $210\mu\text{m}$ 離しておき、2枚の間にトナーを $1.2\text{dg}/\text{m}^2$ ( $12\text{g}/\text{m}^2$ )だけ散らし、電磁石の磁力を上げていった際に、再配列現象を起こさない限界の磁束密度を測定することが好ましい $B_2$ の測定方法として挙げられる。

【0053】トナーが異なっても、 $F_1 > F_2$ であるためには、 $\eta$ か $B_1$ を上げる必要があり、 $B_1$ のみを上げることでそれを達成しても良い。しかし、トナー規制部位における磁界の影響等を考慮し $\eta$ を上げる方が、コスト、製造方法等の観点から有利である。

【0054】ゆえに、本発明に用いられるトナーコート形成手段(トナー層厚規制部材)は、平均円形度が高く、規制により凝集しやすいトナーを、トナー担持体上でのトナーの凝集力に抗して、トナー担持体上にトナーを該担持体表面に対して垂直方向に配列させる磁界を形成する部材、すなわち $F_1 > F_2$ を達成するのに十分な $\eta$ を有する部材であれば良い。

【0055】このようなトナーコート形成手段は、板状で、かつ鉄等の強磁性体で形成された部材であり、トナー担持体に対向する先端に、 $F_1 > F_2$ を達成するのに十分な磁界を集中させられるものによって実現することができる。このような構成によれば、磁性体ブレードを用いて平均円形度の高いトナーをトナー担持体上に均一に担持させることが可能になる。

【0056】より詳しくは、トナーコート形成手段の先端の厚みは、 $0.1\text{mm}$ 以上 $0.5\text{mm}$ 以下であること

が好ましい。上記厚みが $0.1\text{mm}$ よりも小さいと、トナー規制部位における磁界の集中は達成できるが機械的強度が不十分となり、トナーコート形成手段の先端部における直線性が確保できないおそれがある。また、上記厚みが $0.5\text{mm}$ よりも大きいと、トナー規制部位における磁界が分散されてしまい、トナー担持体上において垂直かつ均一にトナーが配列しないおそれがある。

【0057】なお、本実施形態において、トナーコート形成手段4eの先端のみの厚みを薄くして、トナーコート形成手段4eの基端(被支持部)を先端よりも厚く構成したのは、トナーコート形成手段4eの先端部の直線性を確保できるようにするためであり、該直線性が保たれれば上述した形状等に限定されるものではないが、先端部の直線性を確保する観点から、トナーコート形成手段は、先端の厚みが基端の厚みよりも小さく形成されていることが、より好ましい構成と言える。

【0058】トナーコート形成手段の形状としては、特にトナー担持体の回転方向に向けて、トナー担持体との対向距離が拡大する断面形状を含むことが好ましい。このような形状によれば、最もトナーが凝集しやすいトナー規制部位に最も磁界が集中するため、トナーの凝集力に抗してトナーを垂直かつ均一に配列させる上でより一層好ましい構成と言える。

【0059】前述したトナーコート形成手段の条件を備えていれば、トナーコート形成手段の形状は特に限定されず、例えば先端に丸みを帯びているものでも良いし、トナー担持体に向けて漸次縮小する断面形状のものでも良い。また、先端に向けて縮小する形状のみからなる形状に限定されず、基端から先端に向けて平行な部位を含む断面形状のものであっても良い。

【0060】次に本発明に用いられるトナーについて説明する。本発明では、少なくとも結着樹脂及び磁性体を含有するトナー粒子と、無機微粉体とを含み、平均円形度が $0.970$ 以上、 $0.995$ 以下であり、モード円形度が $0.99$ 以上である磁性トナーが用いられる。

【0061】本発明に用いられるトナーの平均円形度が $0.970$ よりも小さいと、トナー担持体との接触性やトナー同士の接触性が不均一化し、帯電不良や転写効率の低下から画像不良を生じることがある。また、トナーの平均円形度が $0.995$ よりも大きいと、トナー表面の劣化が著しいものとなり耐久性に問題を生じることがある。

【0062】また、本発明に用いられるトナーのモード円形度が $0.99$ よりも小さいと、たとえ上記の平均円形度を達成していても、低い円形度のトナーが含まれていることとなり、シャープな粒度分布のトナーを得られないことがある。

【0063】本発明に用いられるトナーの平均円形度は、簡便な方法で粒子の形状を定量的に表現するものであり、トナーの粒子像から求められる。平均円形度



(C)は、円相当径が $3\mu\text{m}$ 以上のトナーの粒子像から下式(1)により円形度(Ci)を求め、さらに下式(2)で示すように、円形度が測定された全粒子の円形度の総和を全粒子数(m)で除することによって求められる。このように求められる平均円形度はトナーの凹凸の割合

式(1)

$$\text{円形度}(C_i) = \frac{\text{粒子像と同じ投影面積を持つ円の周囲長}}{\text{粒子の投影像の周囲長}}$$

【数4】

式(2)

$$\text{平均円形度}(C) = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{m}$$

【0065】また、モード円形度は、円形度を0.40から1.00まで0.01毎に61分割し、測定した粒子の円形度をそれぞれの円形度に応じて各分割範囲に割り振り、円形度頻度分布において頻度値が最大となる分割範囲の下限値である。

【0066】本発明では、平均円形度及びモード円形度の好ましい測定方法として、東亜医用電子製フロー式粒子像分析装置「FPIA-1000」を用いる測定方法を挙げることができる。なお本発明では具体的な測定方法として、界面活性剤を約0.1mg溶解している水10mlにトナー約5mgを分散させて分散液を調整し、超音波(20KHz、50W)を分散液に5分間照射し、分散液濃度を5000~2万個/ $\mu\text{l}$ として、前記装置により測定を行い、 $3\mu\text{m}$ 以上の円相当径の粒子群の平均円形度及びモード円形度を求めることが好ましい。

【0067】なお、上記測定装置である「FPIA-1000」は、各粒子の円形度を算出後、平均円形度及びモード円形度の算出に当たって、得られた円形度によって円形度0.40~1.00を61分割したクラスに粒子を分け、分割点の中心値と頻度を用いて平均円形度及びモード円形度の算出を行う算出法を用いている。この算出法で算出される平均円形度及びモード円形度の各値と、上述した各粒子の円形度を直接用いる算出式によって算出される平均円形度及びモード円形度の各値との誤差は非常に少なく、実質的には無視できる程度のものであり、本発明においては、算出時間の短絡化や算出演算式の簡略化の如きデータの取り扱い上の理由で、上述した各粒子の円形度を直接用いる算出式の概念を利用し、一部変更したこのような算出法を用いても良い。

【0068】また、本測定において $3\mu\text{m}$ 以上の円相当径の粒子群についてののみ円形度を測定する理由は、 $3\mu\text{m}$ 未満の円相当径の粒子群にはトナー粒子とは独立して存在する無機微粉体等の粒子群も多数含まれるため、 $3\mu\text{m}$ 未満ではその影響によりトナーについての円形度が正確に見積もれない傾向にあるためである。

いの指標であり、トナーが完全な球形の場合1.00を示し、トナーの表面形状が複雑になるほど平均円形度は小さな値となる。

【0064】

【数3】

【0069】また本発明に用いられるトナーは、良好な現像性、転写効率及び帯電均一性を達成する上で、重量平均粒径が $3\sim 10\mu\text{m}$ であることが好ましい。トナーの重量平均粒径が $3\mu\text{m}$ よりも小さいと、トナーの帯電均一性及び転写効率が低下する傾向にある。また、トナーの重量平均粒径が $10\mu\text{m}$ よりも大きいと、細線の現像性が低下して画像の再現性が低下する傾向にある。

【0070】本発明に用いられるトナーの重量平均粒径は、コールターカウンターT-A-II型又はコールターマルチサイザー(コールター社製)等、種々の測定装置を用いた方法で測定可能であるが、本発明においてはコールターマルチサイザー(コールター社製)を用い、個数分布、体積分布を出力するインターフェイス(日科機製)及びPC9801パーソナルコンピューター(NEC製)を接続して測定することが好ましい。また、電解液には1級塩化ナトリウムを用いて1%NaCl水溶液を調整することが好ましく、例えばISOTON R-II(コールターサイエンティフィックジャパン社製)が使用できる。

【0071】上記の測定についてより具体的には、前記電解水溶液100~150mL中に分散剤として界面活性剤、好ましくはアルキルベンゼンスルホン酸塩を0.1~5mL加え、更に測定試料を2~20mg加え、試料を懸濁した電解液は超音波分散器で約1~3分間分散処理を行い、前記コールターマルチサイザーによりアパーチャーとして $100\mu\text{m}$ アパーチャーを用いて、 $2\mu\text{m}$ 以上のトナー粒子の体積、個数を測定して体積分布と個数分布とを算出し、所望の体積分布から求めた体積基準の重量平均粒径(D4)、個数分布から求めた個数基準の数平均粒径(D1)を求める方法が挙げられる。

【0072】また本発明に用いられるトナーは、磁場79.6kA/m(1000エルステッド)における磁化の強さが $10\sim 50\text{Am}^2/\text{kg}$ (emu/g)であることが好ましい。

【0073】本発明では、現像時において磁界発生手段の磁界によりトナー担持体上にトナーを担持している。したがって本発明では、トナー担持体に担持されるために十分な磁化の強さ(飽和磁化)を有するトナーを用いることが好ましい。一方で本発明では、トナーに作用する磁場が画像形成装置外への磁場の漏えいを大きくならず、かつ磁場発生源のコストを低く抑えることが好まし



い。これらの観点から本発明では、画像形成時で実際にトナーに作用する磁場の代表的な値として磁場79.6 kA/m (1000エルステッド)を選択し、磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さを規定した。

【0074】トナーの磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さが10 Am<sup>2</sup>/kg未満であると、トナー担持体上におけるトナーの穂立ちが不安定となり、トナーへの帯電付与が均一に行えないことによるカブリ、画像濃度ムラ、転写残トナーの回収不良等の画像不良を生じる易くなる。また磁気力によるトナーの搬送も不十分になりやすい。トナーの磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さが50 Am<sup>2</sup>/kgよりも大きいと、磁気凝集によりトナーの流動性が著しく低下し、転写性が低下することで転写残トナーが増加しやすい。

【0075】本発明においてトナーの磁化の強さは、外部磁場の条件を適宜設定できる磁力計で測定することができ、特にその測定方法は限定されないが、振動型磁力計VSM P-1-10 (東英工業社製)を用いて、25℃の室温にて外部磁場79.6 kA/m (磁性体であれば25℃の室温にて外部磁場796 kA/m)で測定することが好ましい。

【0076】本発明で用いられるトナーは、球形化工程を導入することにより、いわゆる粉砕法でも製造することが可能であるが、前述した懸濁重合法で製造することが上記の物性を実現する上で好ましい。また製造されたトナーを分級し、本発明に好適な粒径や粒度分布に調整することも、本発明における好ましい形態の一つである。

【0077】上記の懸濁重合法では、高速攪拌機及び超音波分散機のような高速分散機を使用して、分散安定剤を含有する水系媒体中の単量体系を一気に所望のトナーサイズとすることが、得られるトナーの粒径を均一にする上で好ましい。また懸濁重合法における重合開始剤添加の時期としては、重合性単量体中に他の添加剤を添加すると同時に、水系媒体中に単量体を懸濁する直前、及び造粒直後のいずれであっても良い。なお重合開始剤としては、単量体の重合を開始させる物質であれば特に限定されず、従来より知られている種々の重合開始剤を用いることができる。また分散安定剤としては、界面活性剤や有機・無機分散剤が用いられる。特に無機分散剤は有害な超微粉を生じがたく、反応温度を変化させても安定性が崩れがたく、洗浄も容易でトナーに悪影響を与えないため、好ましく使用される。

【0078】重合時の重合温度は40℃以上、一般には50～90℃である。これは必要に応じて離型剤を用いる場合に、内部に封じられるべき離型剤やワックスの類を相分離によって析出させ、これらの内包化をより完全にするためである。

【0079】さらに本発明に用いられるトナーは、単量体には可溶で得られる重合体が不溶な水系有機溶剤を用

い直接トナーを生成するソープフリー重合方法に代表される乳化重合方法等を用いトナーを製造する方法や、乳化重合で得られたポリマー粒子等を会合凝集させる方法などによっても製造することが可能である。

【0080】そして、得られたトナー粒子を、重合終了後、常法にしたがってろ過、洗浄、乾燥し、無機微粉体を混合し、トナー粒子表面に付着させることで、本発明に用いられるトナーが得られる。

【0081】上記の懸濁重合法によれば、重量平均径が小さく(10 μm以下(特に、8 μm以下))、かつシャープな粒度分布を有するトナーを効率良く生成することができ、高い転写効率及び良好な現像性を実現する上で好ましい。また粉砕法のように衝突による粉砕で得られるトナーと異なり、前述した範囲の平均円形度及びモード円形度を確保しやすい。

【0082】なお昨今、転写残トナーを再利用する系がコスト、環境面から求められているが、上記の懸濁重合法によれば、得られるトナーは高効率転写ゆえに転写残トナーの発生が非常に少なく、転写残トナーを再利用する系に非常に適している。

【0083】トナー粒子に含まれる結着樹脂としては、ポリスチレン、ポリビニルトルエンなどのスチレン及びその置換体の単重合体；スチレン-プロピレン共重合体、スチレン-ビニルトルエン共重合体、スチレン-ビニルナフタリン共重合体、スチレン-アクリル酸メチル共重合体、スチレン-アクリル酸エチル共重合体、スチレン-アクリル酸ブチル共重合体、スチレン-アクリル酸オクチル共重合体、スチレン-アクリル酸ジメチルアミノエチル共重合体、スチレン-メタアクリル酸メチル共重合体、スチレン-メタアクリル酸エチル共重合体、スチレン-メタアクリル酸ブチル共重合体、スチレン-メタアクリル酸ジメチルアミノエチル共重合体、スチレン-ビニルメチルエーテル共重合体、スチレン-ビニルエチルエーテル共重合体、スチレン-ビニルメチルケトン共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-イソブレン共重合体、スチレン-マレイン酸共重合体、スチレン-マレイン酸エステル共重合体などのスチレン系共重合体；ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリビニルブチラール、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアクリル酸樹脂、ロジン、変性ロジン、テンペル樹脂、フェノール樹脂、脂肪族又は脂環族炭化水素樹脂、芳香族系石油樹脂、パラフィンワックス、カルナバワックスなどが単独または混合して使用できる。特に、スチレン系共重合体及びポリエステル樹脂を用いることが現像特性、定着性等の点で好ましい。

【0084】前記懸濁重合法でトナーを製造する場合は、重合によって結着樹脂となる単量体を用いられる。このような単量体としては、結着樹脂の種類によって適

宜選択することが好ましいが、スチレン系化合物及びアクリル酸系の化合物、多価アルコール及び多価カルボン酸などを好ましい単量体として挙げることができる。

【0085】トナー粒子に含まれる磁性体としては、四三酸化鉄、 $\gamma$ -酸化鉄等、酸化鉄を主成分とするものが好ましく、これらの主成分に対してリン、コバルト、ニッケル、銅、マグネシウム、マンガシ、アルミニウム、ケイ素などの元素を含んでも良く、さらに上記主成分及び副成分を一種または二種以上用いても良い。また磁性体の粒径はトナー粒子よりも小さな粒径であればよいが、トナー粒子中での分散性等の観点から0.01～1.0 $\mu$ m程度が好ましい。

【0086】また本発明では、懸濁重合法を用いてトナー粒子を製造する場合に、前述した平均円形度及びモード円形度を実現する上で、表面が疎水化処理された磁性体を用いることが好ましい。

【0087】磁性体の表面疎水化処理に用いられる疎水化剤としては、シランカップリング剤を好ましい疎水化剤として例示することができ、磁性体の表面疎水化については、水系の媒体中に磁性体を分散し、加水分解によりシランカップリング剤を磁性体表面に固定化することが好ましい。

【0088】トナー粒子には、必要に応じて他の添加剤を添加しても良い。このような添加剤としては、従来より知られている種々の添加剤を用いることができ、例えば芳香族カルボン酸の金属化合物や、アゾ染料及びアゾ顔料の金属化合物等の荷電制御剤、ワックス類等の離型剤、公知の染料及び顔料等の着色剤等を例示することができる。

【0089】本発明で用いられるトナーには、前述したトナー粒子の他に無機微粉体を用いられる。無機微粉体は主にトナーの流動性を向上させ、良好かつ安定した帯電性を実現するために用いられる。このような無機微粉体としては、例えばシリカ、酸化チタン、アルミナ、及びその複酸化物等を例示することができる。

【0090】また、無機微粉体は疎水化処理されていることが、環境変動に伴うトナーの帯電特性の変動を抑制する上で好ましい。無機微粉体の疎水化剤としては、例えばシリコンワニス、各種変性シリコンワニス、シリコンオイル、各種変性シリコンオイル、シラン化合物、シランカップリング剤、その他有機ケイ素化合物、有機チタン化合物の如き処理剤を単独でまたは二種類以上を用いることができる。

【0091】無機微粉体の好適な処理条件としては、例えば第一段反応としてシラン化合物を用いてシリル化反応を行いシラノール基を化学結合により消失させた後、第二段反応としてシリコンオイルにより表面に疎水性の薄膜を形成する処理方法を挙げることができる。

【0092】また、シリコンオイルの処理の方法としては、従来より知られている処理方法を用いることがで

き、例えばシラン化合物で処理された無機微粉体とシリコンオイルとをヘンシェルミキサー等の混合機を用いて直接混合する方法や、無機微粉体にシリコンオイルを噴霧する方法や、適当な溶剤にシリコンオイルを溶解または分散せしめた後、無機微粉体を加え混合し溶剤を除去する方法等を例示することができる。

【0093】シリコンオイルを用いる場合では、その処理量は無機微粉体100質量部に対し1～23質量部、好ましくは5～20質量部が良い。シリコンオイルの量が少なすぎると良好な疎水性が得られない傾向にあり、多すぎるとカブリ発生等の不具合が生ずることがある。

【0094】また上記無機微粉体は、BET法で測定した窒素吸着により比表面積が20～300 $\text{m}^2/\text{g}$ 範囲内のものが好ましく、より好ましくは40～250 $\text{m}^2/\text{g}$ のものが更に良い。比表面積の測定については、BET法にしたがって測定すれば良く、例えば比表面積測定装置オートソープ1（湯浅アイオニクス社製）を用いて試料表面に窒素ガスを吸着させ、BET多点法を用いて比表面積を算出する方法を例示することができる。なお上記比表面積の測定は表面疎水化前後のいずれでも良いが、表面疎水化後の比表面積を測定することが、トナーに作用する無機微粉体の物性を正確に把握する上で好ましい。

【0095】また、本発明に用いられるトナーには、上記無機微粉体以外の外添剤を添加しても良く、このような外添剤としては、トナーの帯電性を制御する導電性微粉体等を例示することができ、導電性微粉体としては酸化亜鉛等、非磁性の金属酸化物をより具体的に例示することができる。

【0096】以上の説明からわかるように、本発明では平均円形度及びモード円形度が規定されたトナーを用いることにより、転写効率が向上し、かつドット再現性良好化のためにトナーを小径化させた場合でも製造方法が困難にならず、しかもトナー帯電分布、粒径分布が広くならない。また本発明では、磁界発生手段に対向するトナー層厚規制部材を強磁性体で形成し、かつトナー担持体上でのトナーの凝集力に抗して、トナー担持体表面に対しトナーを垂直方向に配列させる磁界を形成するように構成することから、トナー規制部位においてトナーに対して強い規制を行うことができ、トナー担持体上に良好なトナーコートが可能となり、均一で画質の高い画像も得られる。

【0097】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0098】＜実施例1＞本実施例では下記の工程により作られたトナーを用いた。

【0099】イオン交換水709gに0.1M- $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 水溶液451gを投入し60℃に加温後、1.0

M-CaCl<sub>2</sub>水溶液67.7gを徐々に添加してCa<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>を含む水系媒体を得る。

スチレン	80部
n-ブチルアクリレート	20部
不飽和ポリエステル樹脂	2部
飽和ポリエステル樹脂	3部
負荷電性制御剤(モノアゾ染料系のFe化合物)	1部
表面処理疎水化磁性体	90部

【0101】この単量体組成物を60℃に加温し、そこにベヘニン酸ベヘニルを主体とするエステルワックス(DSCにおける吸熱ピークの極大値72℃)6部を添加混合溶解し、これに重合開始剤2,2'-アゾビス(2,4-ジメチルバレロニトリル)5gを溶解した。

【0102】次に、前記水系媒体中に上記重合性単量体系を投入し、60℃、N<sub>2</sub>雰囲気下においてTK式ホモミキサー(特殊機化工業(株))にて10,000rpmで15分間攪拌し、造粒した。その後バドル攪拌翼で攪拌しつつ60℃で6時間反応させた。その後液温を80℃とし更に4時間攪拌した。

【0103】反応終了後80℃で2時間蒸留を行い、その後懸濁液を冷却し、塩酸を加えてCa<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>を溶解し、ろ過、水洗、乾燥して、重量平均粒径6.5μmの未外添トナー(トナー粒子)を得た。

【0104】このトナー粒子100部と、一次粒径8nmのシリカにヘキサメチルジシラザンで表面処理し、表面処理後のBET値が250m<sup>2</sup>/gの疎水性シリカ微粉体1.2部、及び酸化亜鉛微粉体2部とをヘンシェルミキサー(三井三池加工機(株))で混合し、トナーを得た。なおこのトナーの平均円形度は0.973であり、モード円形度は1.00であった。

【0105】また上記トナーは磁場79.6kA/m(1000エルステッド)における飽和磁化が10Am<sup>2</sup>/kg(emu/g)以上50Am<sup>2</sup>/kg以下であった。またトナーが穂立ちを起こさない限界の磁束密度(B<sub>2</sub>)は、220mTであった。なお比較のため、同様の組成となるように製造した従来のトナーであるエア-式粉碎トナーのB<sub>2</sub>を測定したところ、90mTであった。上記B<sub>2</sub>から本実施例で用いられるトナーは、従来の粉碎トナーに比べて穂立ちしにくく凝集しやすいことがわかる。

【0106】上記のようにして得たトナーを用い、図1に示す画像形成装置によって画像を形成する。本実施例においてはトナーコート形成手段4eを強磁性体の鉄で形成し、トナー収容部5に支持する部分の厚みが1.6mmに、またトナー担持体4aに対向する部分の先端の厚みが0.3mmとなるように傾斜をつけて形成し、このトナーコート形成手段4eの先端が、マグネット4bの磁極と対向するように配設した。なお上記構成の本実施例では、F1が280α、F2が220αであった。

【0107】本実施例におけるトナー担持体4a上のト

【0100】次に、下記処方を実ライター(三井三池加工機(株))を用いて均一に分散混合する。

80部
20部
2部
3部
1部
90部

ナーコート量の時間依存を図6のaに示す。また比較のため、従来例のトナーコート形成手段4dを用いて同様の画像形成装置を構成したときのトナー担持体4a上のトナーコート量の時間依存を図6のbに示す。図6から明らかなように、従来例ではトナーコートが不均一であるが本実施例ではトナーコートは均一である。そのため本実施例ではトナーの帯電量も均一であった。

【0108】またその結果、本実施例では磁性ブレードの層厚規制部材を用い、かつ円形度の高いトナー6を用いる画像形成装置でありながら、ハーフトーン画像の濃度が十分に均一になる程の非常に均一性が高いトナーコートが得られ、高効率転写、かつ微粒子化に対しても良好な現像性を得ることができる。

【0109】こうしてトナー担持体4a表面にコートされたトナー6は像担持体1表面に形成された静電潜像とトナー担持体4aとの間に形成される電界に応じて像担持体1表面に付着しトナー像となった後、転写帯電装置8で転写材9に良好に転写される。

【0110】＜実施例2＞本実施例は、図7に示すように実施例1で用いたものと違う形状のトナーコート形成手段4f(F1=300α)を用いて本発明の目的を達成した例である。トナーコート形成手段4fは、トナー担持体4aの回転方向に向けてトナー担持体4aとの対向距離が拡大する断面形状を含み、先端部には突出する縁部が形成され、かつ縁部の先端に平ら部が形成されている。トナーコート形成手段4fは、トナーコート形成手段4eに比べて、角部への磁界集中をより達成していて、非常に良い形状である。

【0111】＜実施例3＞本実施例は、図8に示すように実施例1や2で用いたものとはさらに違う形状のトナーコート形成手段4g(F1=500α)を用いて本発明の目的を達成した例である。トナーコート形成手段4gは、トナー担持体4aの回転方向に向けてトナー担持体4aとの対向距離が拡大する断面形状に形成されており、先端部には平ら部が形成されていない鋭い形状に形成されている。トナーコート形成手段4gは、トナーコート形成手段4e、4fと比べて、角部への磁界集中をさらに達成していて非常に望ましい。ただし強度の面でやや不安がある。しかしトナー担持体4aの速度や、トナー担持体4aとトナーコート形成手段4gとの距離によっては十分実用可能であり、有効な形状である。

【0112】＜実施例4＞本実施例は、図9に示すよう

に実施例 1 から 3 で用いたものとはさらに違う形状のトナーコート形成手段 4 h (  $F1 = 260^\circ$  ) を用いて本発明の目的を達成した例である。トナーコート形成手段 4 h は、先端に向けて厚みが漸次縮小する形状を含み、先端部には平ら部が形成されている。トナーコート形成手段 4 h は、角部への磁界集中はトナーコート形成手段 4 e 等と差はほぼないが強度の面で優れていて、有効な形状である。

【0113】＜実施例 5＞本実施例は、図 10 に示すように実施例 1 から 4 で用いたものとはさらに違う形状のトナーコート形成手段 4 i (  $F1 = 250^\circ$  ) を用いて本発明の目的を達成した例である。トナーコート形成手段 4 i は、トナー担持体 4 a の回転方向に向けてトナー担持体 4 a との対向距離が縮小する断面形状を含み、先端部には平ら部が形成されている。トナーコート形成手段 4 i は、角部への磁界集中はトナーコート形成手段 4 e 等と差はほぼなく、有効な形状である。

【0114】ただし、実施例 1 から 3 で用いているトナーコート形成手段 4 e、4 f、4 g のように、トナーコート規制下流側に行くにつれ磁界を弱めていくような形状にすると、下流側角部への磁界集中は弱まるが上流側角部に磁界がより集中し、トナーコートが正常に行われやすかった。また先端部の厚みに関しては、0.5 mm 以下 0.1 mm 以上であれば良好な結果が得られることがわかった。

【0115】

【発明の効果】本発明によれば、トナーを収容する現像容器と、像担持体に対向して設けられ内部に磁界発生手段を有し現像容器に収容されたトナーを表面に担持するトナー担持体と、トナー担持体に対向して設けられトナー担持体上に担持されたトナーの層厚を規制するトナー層厚規制部材とを有し、磁界発生手段が発生する磁界により該トナー担持体上にトナーを担持し、トナー層厚規制部材により該トナー担持体上にトナー層を形成しながら、像担持体と対向する現像領域へとトナーを搬送し、該像担持体上の潜像をトナーにより現像し、可視像化する現像装置において、前記トナーは、少なくとも結着樹脂及び磁性体を含むトナー粒子と、無機微粉体とを含み、平均円形度が 0.970 以上 0.995 以下であり、モード円形度が 0.99 以上である磁性トナーであり、前記トナー層厚規制部材は、トナー担持体上でのトナーの凝集力に抗して、トナー担持体上にトナーをトナー担持体表面に対して垂直方向に配列させる磁界を形成する部材であることから、転写効率が向上し、かつドット再現性良好化のためトナーを小径化させた場合でも製造方法が困難にならず、しかも帯電分布及び粒径分布が広がらないトナーが得られ、またトナー規制部位においてトナーに対してより強い規制を行いトナー担持体上に均一かつ良好なトナーコートを形成することができることにより、高効率転写、かつ微粒子化に対しても良好

な現像性を維持しつつ、トナー担持体上のトナーコートが均一で画像にムラがなく、濃度やかぶりが良好な画像を得ることができる現像装置、及び画像形成装置を提供することができる。

【0116】また本発明では、トナー層厚規制部材は板状強磁性体で形成された部材であり、トナー担持体に対向する先端の厚みが 0.1 mm 以上 0.5 mm 以下であると、トナー規制部位においてトナーに対してより強い規制を行うことができ、トナー担持体上に良好なトナーコートを形成し均一な画像を得る上でより一層効果的である。

【0117】また本発明では、トナー層厚規制部材は板状強磁性体で形成された部材であり、トナー担持体に対向する先端の厚みが基端の厚みよりも小さく形成されている部材であると、トナー規制部位においてトナーに対してより強い規制を行うことができ、トナー担持体上に良好なトナーコートを形成し均一な画像を得る上でより一層効果的であり、かつトナー層厚規制部材の取り付け強度を十分に確保することができる。

【0118】また本発明では、トナー担持体は円筒状の回転体であり、トナー層厚規制部材は、トナー層厚規制部材の回転方向に向けてトナー担持体との対向距離が拡大する断面形状を含む部材であると、均一かつ良好なトナーコートを形成する上でより一層効果的である。

【0119】また本発明では、画像形成装置は像担持体上のトナー像を記録媒体に転写する転写手段を有し、現像装置はトナー像を記録媒体に上に転写した後の像担持体に残留したトナーを回収するクリーニング手段を兼ねていることとすると、転写残トナーの再利用が可能であり、エコロジーの観点からより効果的である。

【0120】また本発明では、トナーは重合法により製造されたトナーであると、本発明に必要とされる平均円形度やモード円形度を達成する上でより効果的であり、無機微粉体は疎水化処理されていると、温度や湿度などの環境変動に伴うトナーの帯電性の変動を抑制することができ、トナーの均一帯電の観点からより一層効果的である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る画像形成装置の要部断面図である。

【図 2】マグネット 4 b が形成する磁場の概略図である。

【図 3】マグネット 4 b とトナーコート形成手段 4 e が形成する磁界の概略図である。

【図 4】従来例である平板ブレード（トナーコート形成手段 4 d）を用いた場合のトナー規制部位でのトナーの穂立ちの様子を示す概略図である。

【図 5】本実施の形態におけるナイフエッジブレード（トナーコート形成手段 4 e）を用いた場合のトナー規制部位でのトナーの穂立ちの様子を示す概略図である。

【図6】実施例1と従来例とのトナーコート形成手段に  
違いによるトナー担持体4a上のトナーコートの差異を  
示す図である。

【図7】実施例2で用いられたトナー層厚規制部材を示  
す断面図である。

【図8】実施例3で用いられたトナー層厚規制部材を示  
す断面図である。

【図9】実施例4で用いられたトナー層厚規制部材を示  
す断面図である。

【図10】実施例5で用いられたトナー層厚規制部材を  
示す断面図である。

【図11】従来の画像形成装置の要部断面図である。

【符号の説明】

- 1 像担持体
- 2 1次帯電器
- 3 レーザビーム

4 現像装置

4a トナー担持体（トナー担持体）

4b マグネット（磁界発生手段）

4c トナー収容部（現像容器）

4d～4i トナーコート形成手段（トナー層厚規制部  
材）

5 分離帯電器

6 トナー（重合トナー）

7 トナー（粉砕トナー）

8 転写帯電器（転写手段）

9 転写材（記録媒体）

10 転写前帯電器

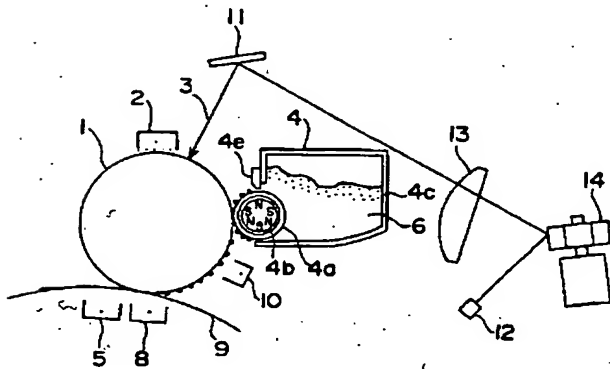
11 反射鏡

12 半導体レーザ

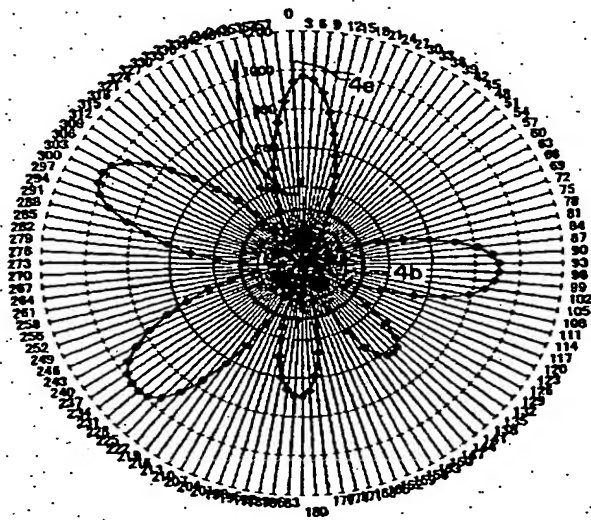
13 結像レンズ

14 回転多面鏡

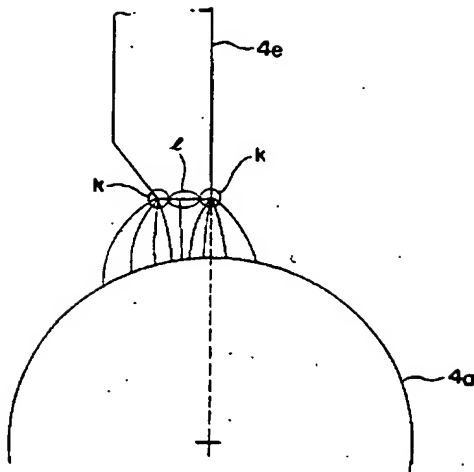
【図1】



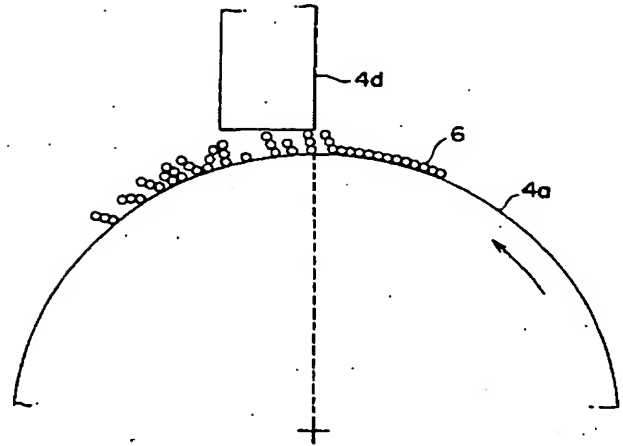
【図2】



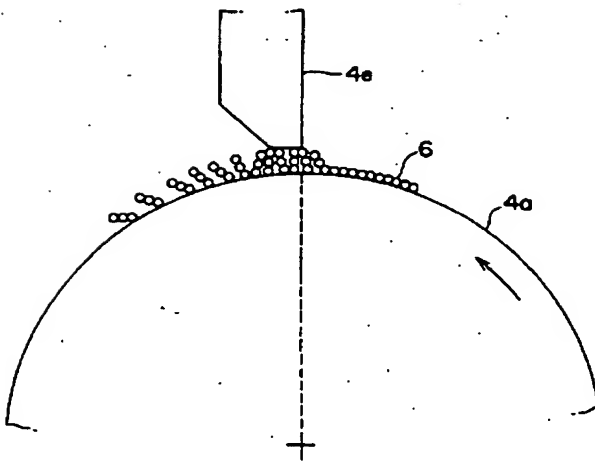
【図3】



【図4】



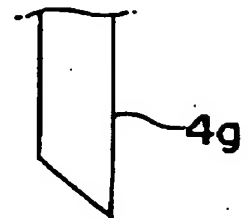
【図5】



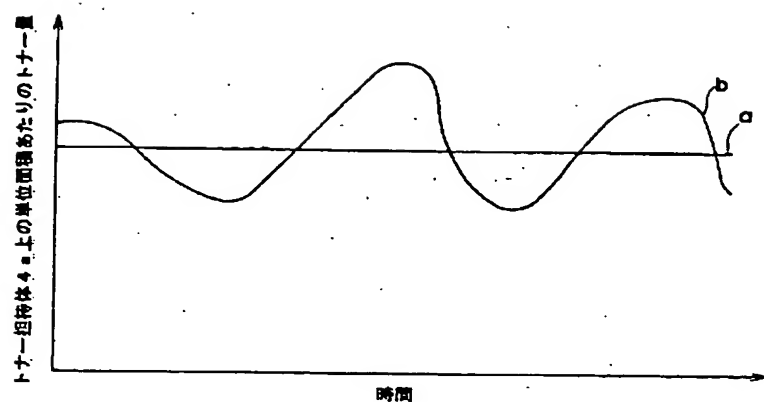
【図7】



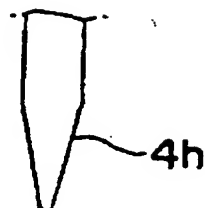
【図8】



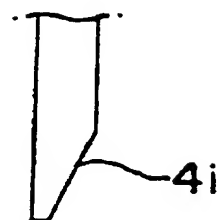
【図6】



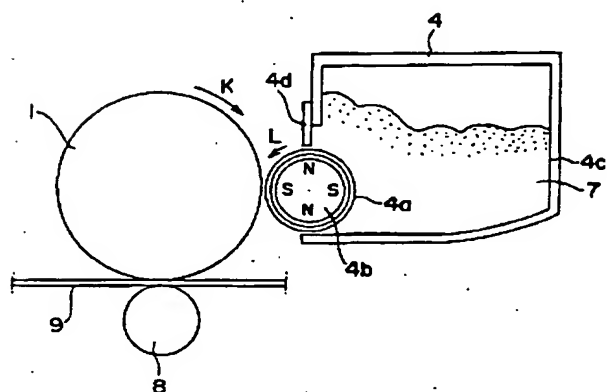
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.7

識別記号

F I  
G 0 3 G 15/08

7-730-T (参考)  
5 0 7 L